

INSTRUÇÕES PARA ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE AULAS PRÁTICAS

- Disciplina SEM-0560 -

(Fabricação Mecânica por Usinagem)

1. **Capa:**
 1. Identificação da prática (com foto da peça)
 2. Identificação dos alunos (nome completo e nº USP)
 3. Identificação do grupo (equipe)
 4. Identificação do curso
 5. Identificação da disciplina
 6. Data
2. **Sumário:**
 1. Lista de seções do relatório
3. **Objetivos:**
 1. Geral
 2. Específicos
4. **Introdução:**
 1. Definição do processo
 2. Operações
 3. Ferramentas
 4. Máquinas
 5. Aplicações
 6. Vantagens e limitações
 7. Acabamentos e tolerâncias D&G típicos
5. **Materiais e Métodos:**
 1. Peça
 2. Ferramentas
 3. Máquina
 4. Parâmetros de corte
 5. Equipamentos de medição (metrologia)
6. **Resultados e Discussão:**
 1. Gráficos, figuras, fotos, ilustrações
 2. Tabelas
 3. Questões
 4. Folha de processo
 5. Discussões dos resultados
 6. Tratamento dos dados (estatística)
7. **Conclusões:**
 1. Síntese dos principais conceitos
8. **Referências:**
 1. Quantidade
 2. Ano
 3. Tipo
 4. Origem
8. Parâmetros de corte e grandezas

BREVE DESCRIÇÃO DOS ITENS E SUBITENS

Capa: Deverá conter todos os elementos que permitam a identificação da equipe de alunos. Os modelos de capa são fornecidos nos roteiros de cada aula prática.

Sumário: Deverá constar no relatório, após a capa, a lista das seções que compõe o documento, com as respectivas páginas. O sumário deverá ser elaborado automaticamente, recorrendo-se aos recursos do editor de texto (por exemplo, MSWord). O sumário deverá seguir as seções enumeradas acima, a partir da seção "Objetivos".

Objetivos: Deverão ser divididos em gerais e específicos. Sempre haverá metrologia associada a um dado processo de usinagem nas aulas práticas e isso também deverá constar dos objetivos. Não há necessidade de se considerar subitem para os objetivos.

Introdução: Deverá conter, pelo menos, os subitens especificados acima. Portanto, considere-os, de fato, como subitens estruturados no texto. Veja o exemplo: 2. Introdução; 2.1 Definição; 2.2 Operações; 2.3 Ferramentas etc. Não estruture a introdução com texto corrido (esteja ele com figuras/tabelas), sem a divisão dos subitens e procure ser sintético no conteúdo, porém sem omitir informação técnica importante que permita caracterizar integralmente o processo de usinagem. Defina o processo; descreva os tipos de operações possíveis de serem executadas; descreva as ferramentas empregadas comentando sobre as geometrias, dimensões típicas e materiais, como substratos e revestimentos; descreva os tipos e variações de máquinas-ferramentas empregadas; apresente as aplicações típicas dos processos, informando segmentos industriais e peças típicas usinadas (produtos); mostre as vantagens e limitações dos processos (todo processo tem vantagem e limitações), comparando com algum outro processo similar, 'concorrente' ou complementar; informe os valores típicos dos estados de superfície (rugosidade) e tolerâncias dimensionais/geométricas peculiares dos processos, pois sempre um dado processo permite alcançar certa faixa de rugosidade, bem como de tolerâncias dimensionais e geométricas (não considere neste subitem teoria de estado de superfície e tolerâncias dimensionais/geométricas); discorra sobre os parâmetros de corte e grandezas características dos processos (não considere neste subitem parâmetros de corte e grandezas gerais de usinagem). Por exemplo, largura de usinagem (a_e) é peculiar ao processo de fresamento, golpes por minuto (n_L) é característico de aplainamento, velocidade do rebolo (V) é associada ao processo de retificação, assim por diante. Equações de força de corte, torque e potência não são parâmetros de corte.

Materiais e Métodos: Especifique o material da peça que será usinada, considerando o código normalizado (ABNT, ISO, ASTM, DIN, etc), dimensões brutas, pré-processamento (trefilado, laminado, fundido, extrudado etc), aplicações, principais propriedades (mecânicas, físicas, usinabilidade etc - não esqueça de citar a fonte), descreva as ferramentas utilizadas (quantidades, material, geometrias, dimensões etc), descreva as máquinas-ferramentas empregadas (tipo, fabricante, potência, rotações, precisão, avanços etc), apresente os parâmetros de corte para cada ferramenta e operação executada (por exemplo, rotação, velocidade de corte, profundidade de usinagem, avanço etc), descreva os instrumentos metrológicos utilizados (tipo, nome, fabricante, precisão, resolução etc). Fotos de boa qualidade com indicação dos elementos fotografados são sempre bem-vindas (por exemplo, foto de um torno, apontando a placa, o barramento, a peça etc ou foto de um medidor de altura, indicando a escala, o relógio apalpador etc). Faça desenhos esquemáticos de procedimentos metrológicos e mostre eventuais equações empregadas na metrologia.

Resultados e Discussão: É a principal parte do relatório. Responda às questões dos roteiros das aulas e descreva o processo de fabricação da peça, quando houver necessidade de apresentar a folha de processo. A folha de processo deve conter sequência das operações, ferramentas empregadas, parâmetros de corte e desenho (e/ou foto) da peça em cada fase da usinagem, mostrando o sistema ou a forma simbólica de fixação da peça na máquina. Aulas práticas nos moldes de experimentos de usinagem (para avaliar relações causa-efeito, por exemplo, efeito do avanço no grau de recalque do cavaco) não necessitam de folha de processo nos relatórios. Apresente os resultados, preferencialmente, na forma de gráficos, quando tendências ou comportamentos de resultados são importantes de serem analisados. Em metrologia, sempre considere várias medições associadas aos respectivos desvios (por exemplo, desvio padrão) e, principalmente, erro relativo (por exemplo, razão percentual entre o desvio padrão e a média). Mostre os desvios (absolutos ou relativos) em gráficos ou tabelas. Discuta os resultados de usinagem e da metrologia

de forma mais profunda possível, fundamentando-os pela literatura científica e relacionando-os com a prática real no chão-de-fábrica de usinagem. Por exemplo, ao estudar o efeito do *spark-out* na rugosidade de peças retificadas, como as indústrias aplicam isso na prática? Há impactos na produção real e no custo do produto se o tempo de centelhamento for maior ou menor? Outro exemplo, do ponto de vista metrológico: como as empresas medem circularidade? Haveria algum erro associado ao se medir paralelismo no laboratório da aula prática? Considerar este erro associado ou filtrá-lo? É possível dissociar erros? Como fazê-lo? Há outra forma de se medir a mesma tolerância geométrica?

Conclusões: Sintetize os principais achados e conceitos da aula prática, considerando-os decorrentes da usinagem e da metrologia. Não faça um mero resumo dos procedimentos de usinagem e metrológicos. Veja exemplos que não acrescentam conteúdo conclusivo: “Nesta prática, vimos que o processo de furação é importante” ou “Geralmente, o erro de concentricidade é um requisito que deve ser atendido em peças de revolução”. Ao invés, pensando crítica e conceitualmente, relacionando, quando possível, à realidade da usinagem e metrologia, escreva algo como: “Sabendo-se que a velocidade de corte é variável ao longo da aresta principal de corte da broca, fazer pré-furo minimiza este efeito, repercutindo benéficamente nos esforços de corte (torque/potência), no acabamento do furo e nas tolerâncias dimensionais/geométricas” ou “A medição da concentricidade deve considerar que a superfície de referência gire em torno de seu centro, senão outros erros geométricos podem estar associados”.

Referências: Importante constar quantidade e variedade de referências, como artigos científicos (periódicos nacionais e internacionais, congressos nacionais e internacionais), manuais técnicos, normas técnicas, livros, teses, dissertações, notas de aula, sites etc. Livros, manuais e normas trazem conceitos tidos como ‘consolidados’, ao passo que artigos, dissertações e teses remetem a conceitos tidos como ‘novos’ ou ‘de fronteira’. Faça um balanço entre estes dois modelos. O ano e origem das publicações também são importantes. Procure considerar referências atuais e de editoras confiáveis. A quantidade é relativa, pois depende de um equilíbrio entre origens, ano e tipo de referências.

Formatação: Para elaboração dos relatórios, é imperativo o emprego da **Norma ABNT NBR 14.724:2011 (Informação e Documentação de Trabalhos Acadêmicos)**. Especial atenção deve ser dada para as citações no texto, apresentação de equações, figuras e tabelas, bem como formatação das referências ao final do relatório. Por exemplo, as figuras e tabelas são citadas no texto antes de aparecerem. A legenda deve ser posicionada acima das figuras/tabelas (por exemplo, Figura 1 – Peça retificada.) e a fonte, abaixo das figuras/tabelas (por exemplo, Fonte: Próprio autor ou Fonte: Ferraresi (1970)).